

Title	INVESTIGATION OF SEPARATED FLOWS IN DUAL-BELL ALTITUDE COMPENSATING ROCKET ENGINE NOZZLES
Author(s)	Proshchanka, Dzianis
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59088">https://hdl.handle.net/11094/59088</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="#">こちら</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	プロシュチャンカ デニス PROSHCHANKA DZIANIS
博士の専攻分野の名称	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 2 5 2 3 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学 位 論 文 名	INVESTIGATION OF SEPARATED FLOWS IN DUAL-BELL ALTITUDE COMPENSATING ROCKET ENGINE NOZZLES (デュアルベル高度補償ロケットエンジンノズルにおける剥離流に関する 研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 辻本 良信 (副査) 教 授 杉本 信正 教 授 川野 聴恭

## 論 文 内 容 の 要 旨

The focus of this research work is the nature of jet oscillation phenomenon observed in dual-bell nozzle - one of the altitude compensating rocket nozzles. Unlike most of the previous works in this field which concentrated on the investigation of the level of side loads that occur during the transition of operation modes, the current work investigates the sea-level operating conditions flow characteristics of the jet. Two types of the extension nozzle design are utilized in the present research. Truncated perfect perfected nozzle extension and compressed truncated perfect nozzle extensions are investigated in details and the results are compared with the ones of conventional single bell nozzle. It was found that the phenomenon under consideration is inherent to the altitude compensating nozzle. Unsteady three-dimensional simulations are performed employing fluid properties of cold air. Obtained flowfield characteristics and parameters are validated against the data measured and visualized during corresponding experiments. The results indicate the existence of several kinds of periodic flow fluctuation modes not observed in conventional nozzles. Mode analysis shows that a symmetric low frequency oscillation mode and two high frequency modes lateral to the nozzle axis occur. Acoustic resonance in the extension part of the dual-bell nozzle is proven to be one of the determinative features along with vortex shedding in the extension nozzle cross section. Influence of base nozzle design is also investigated with two types of base nozzle contours. With compressed truncated perfect nozzle used as a base nozzle the asymmetric high frequency fluctuation components are no longer observed. Effects of the film cooling introduction into the extension part of the dual-bell nozzle have been studied in the light of

possible practical application for the improvement of the nozzle operation mode transition leading to a desirable increase of the mode transition altitude along with an improved thrust performance during the transition and retransition.

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、単段式ロケットや宇宙往還型再使用ロケットなどのメインエンジン用として研究・開発が行われている、高度補償型ノズルの一種であるデュアルベルノズルにおける流動不安定現象の発生機構の解明、および性能向上を目的としている。

デュアルベルノズルでは、打ち上げ時から低高度飛行時の運転条件において周期的にジェットが振動する現象が発生する可能性があることが、本研究により明らかとなった。そこで、風洞実験と数値シミュレーションによる流体振動の特性と、その発生機構の究明が行われた。その結果、ノズルの圧力比の違いによって3種類の流体振動モードが発生することが明らかとなり、それぞれ、ノズル内部における軸方向および径方向の音響共鳴、ノズル下流におけるジェットスクリーチのフィードバックが主な発生要因であることが解明された。また、ノズル形状とこれらの流体振動特性との関連も調べられ、デュアルベルノズルのベースノズル形状が流体振動の変動振幅に大きく影響することが明らかとなった。

一方、デュアルベルノズルは、ロケットの上昇に伴う周囲圧力の減少に伴って低高度モードから高高度モードへとノズル内部の流動様式が変化し、幅広い高度で高い比推力を得ることができる。しかし、この流動様式の遷移時に、一時的に比推力が低下するという欠点が性能面での大きな問題の一つとして知られている。本研究ではノズル内部の壁面の冷却に用いられるフィルム冷却流を用いて、この比推力低下を抑制することに成功した。また数値シミュレーションの結果から、フィルム冷却流によるノズル壁面における流れの運動量の変化が、流動様式の遷移条件を改善していることが明らかとなった。

以上のように本研究で得られた知見は、デュアルベルノズルを実用化するために重要な、信頼性および性能の向上に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。